

Tuukka Varpio

Tietomallipohjainen reikäkierto uudisrakennushankkeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

21.4.2017

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Tuukka Varpio Tietomallipohjainen reikäkierto uudisrakennushankkeessa 36 sivua 21.4.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Rakennetekniikka
Ohjaaja(t)	Suunnittelujohtaja Vesa Sunikka Lehtori Mervi Toivonen
<p>Tässä opinnäytetyössä tutkittiin tietomallipohjaista reikävaraussuunnittelua uudisrakennuksen suunnitteluhankkeessa. Opinnäytetyö tehtiin Optiplan Oy:lle tavoitteena parantaa ja yhtenäistää yrityksen toimintatapoja tietomallipohjaisessa reikäkierrossa. Osana opinnäytetyötä tehtiin erillinen mallintavan reikäkierron työohje yrityksen sisäiseen käyttöön.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdyttiin tietomallipohjaisen reikäkierron tekniseen suunnitteluprosessiin tekemällä todellista kohdetta vastaava testimalli, johon reikäkierto suoritettiin kokonaisuudessaan. Opinnäytetyön tekijä perehtyi sekä rakenne-, että talotekniikkasuunnittelijan tehtäviin reikäkierron osalta. Lisäksi haastateltiin rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijoita. Tavoitteena oli löytää nykyisten toimintatapojen ja ohjelmistojen puutteet.</p> <p>Tietomallipohjainen reikäkierto on tehokas ja havainnollinen työtapo verrattuna perinteiseen 2D-reikäkiertoon. Tietomallityöskentely kuitenkin vaatii suunnittelijoilta uudenlaista osaamista. Ohjelmistoissa on ollut puutteita, mutta ohjelmistoversioiden päivittyessä puutteita on korjattu. Opinnäytetyössä testattiin käytännössä Tekla Structures 2016 -ohjelmiston toimintaa tietomallipohjaisessa reikäkierrossa ja verrattiin kokemuksiin, joita vanhemmalla 20.1 ohjelmistoversiolla on saatu. Uusi versio suoriutui reikäkierrosta huomattavasti paremmin.</p> <p>Tietomallipohjaisesta reikäkierrosta on vielä varsin vähän yhteisiä ohjeistuksia, joten yritysten toimintatavat saattavat erota toisistaan. Tällöin suunnittelijoiden välisen kommunikaation merkitys kasvaa. Puutteellisilla tiedoilla eteneminen saattaa johtaa reikävaraussuunnittelu-prosessin vaikeutumiseen tai jopa tietojen häviämiseen.</p>	
Avainsanat	Tietomalli, reikäkierto, Tekla Structures

Author Title	Tuukka Varpio BIM-based hole reservation plans for a new building
Number of Pages Date	36 pages 21 April 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Structural Engineering
Instructor(s)	Vesa Sunikka, Director of Structural Engineering Mervi Toivonen, Senior Lecturer
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to investigate the BIM-based hole reservation planning for a new building. The thesis was commissioned by Optiplan Ltd, and its purpose was to improve and unify the modes of operations in the company as well as to make separate working instructions for company's internal use.</p> <p>For this thesis, a test model was made which was similar to a real construction model. The test model was used to simulate the whole process of BIM-based hole reservation planning. The thesis also goes through the tasks of both the civil engineer and the HVAC engineer. Also, both engineers were interviewed for this thesis.</p> <p>BIM-based hole reservation planning is a very effective and graphic way of working compared to the traditional 2D-hole reservation planning. Model-based working is, however, a new way to work and takes some time to get used to. There has been a lack of reliability in the modeling programs, but after new software versions, it is getting better. In this thesis, the BIM-based hole reservation planning was tested with the Tekla Structures 2016 software version and the experiences were compared to the experiences from the older software version 20.1. The new version performed significantly better compared to the older one.</p> <p>There are still only a few common instructions for BIM-based hole reservation planning therefore modes of operations may differ in companies. Due to this, the communication between designers is important. Proceeding with inadequate information in a hole reservation planning may lead to difficulties or even data loss.</p>	
Keywords	BIM, hole reservation, Tekla

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Insinööriyön taustaa	1
1.2	Tavoitteet insinööriyölle	2
1.3	Tutkimusmenetelmät ja toimintatavat	2
2	Yleistä reikäsuunnittelusta	3
3	Reikien mitoituksen periaatteet	4
3.1	Vaakarakenteiden rei'itys	5
3.1.1	Palkit	5
3.1.2	Ontelolaatat	6
3.1.3	TT-laatat	9
3.1.4	Kuorilaatat	10
3.2	Pystyrakenteiden rei'itys	11
3.2.1	Pilarit	11
3.2.2	Seinät	11
4	Perinteinen reikäsuunnittelu	12
5	Tietomallipohjaisen reikäsuunnitteluprosessin kuvaus	14
5.1	YTV 2012	14
5.2	Optiplanin toimintamalli	16
6	Tietomallipohjaisen reikäsuunnittelun edut	17
7	Suunnitteluohjelmistot	19
7.1	Tekla Structures	19
7.2	MagiCAD	19
	Suunnitteluohjelmistojen reikäkiertotyökalut	20
7.3	Hole Reservation Manager	20
7.4	Provision for void	22

8	Reikäsuunnittelutyökalujen yhteistoiminta	24
8.1	Tarkastellut toiminnot ja asetukset	24
8.1.1	Referenssitiedoston luominen rakennemallista	24
8.1.2	Reikäobjektien luonti MagiCADin reikätyökalulla	25
8.1.3	Reikävarausmallin luonti	27
8.1.4	Reikien hyväksyminen Hole Reservation Managerissa	27
8.1.5	Raportin luonti ja tuominen MagiCADiin	29
8.2	Havaitut ongelmakohdat	30
9	Huomioitavaa reikäkierron eri vaiheissa	31
10	Palokatkosuunnittelu	31
11	Päätelmät	32
12	Yhteenveto	33
	Lähteet	35

Lyhenteet ja käsitteet

CAD	Computer Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu.
GUID	Globally Unique Identifier, tietotekniikassa käytetty ainutkertaiseksi tarkoitettu tunnusnumero.
IFC	Industry Foundation Classes on rakennusalan standardi oliopohjaisen tiedon siirtoon tietokonejärjestelmästä toiseen.
Rakennuksen tietomalli	Rakennuksen tai rakennusprojektin tietyn vaiheen tai koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus, jossa käytetään usein kolmiulotteista esitystapaa.
Reikäkierto	Reikävaraussuunnitteluprosessi. Eri alojen suunnittelijat lisäävät omat vaatimuksensa joiden pohjalta rakennesuunnittelija luo reikäpiirustuksen.
Reikäpiirustus	Reikäsuunnittelun lopputulos. 2D-piirustusdokumentti, josta ilmenee talotekniikan vaatimien läpivientien ja varausten koko ja sijainti.
Reikävaraus	Talotekniikkasuunnittelijan luoma objekti, jolla ilmaistaan reiän tai kolouksen tarve rakenteessa.

1 Johdanto

1.1 Insinööriyön taustaa

Tietomallipohjainen suunnittelu on saanut vahvan jalansijan rakennusalan suunnittelussa. Mallintavalla suunnittelulla on monia kiistattomia etuja, kuten suunnitelmien havainnollisuus ja muutoksien hallinta. Kuitenkin mallintavan suunnittelun joissakin osa-alueissa on edelleen kehitettävää. Yksi näistä osa-alueista on reikävaraussuunnittelu.

Tämän insinööriyön toimeksiantaja on Optiplan Oy. Optiplan on pohjoismaisen rakennusyhtiö NCC-konserniin kuuluva rakennusalan kokonaissuunnittelutoimisto, joka toimii asunto-, toimitila- ja korjausrakentamisen suunnittelualoilla valtakunnallisesti. Kokonaissuunnittelukonseptiin kuuluu kaupunki-, arkkitehti-, rakenne-, elementti-, LVI-, rakennusautomaatio-, sähkö-, energia- ja ympäristösuunnittelu sekä rakennuttamisen ja valvonnan asiantuntemusta. Kokonaissuunnittelutoimiston etu erillisiin insinööritoimistoihin on kommunikaation ja tiedonsiirron helppous. Eri alojen suunnittelijat työskentelevät tiiviisti yhteisen päämäärän vuoksi. [1.]

Optiplanin palveluihin kuuluu mallintava suunnittelu asiakkaan toiveiden mukaisella tarkkuudella. Mallintavalla suunnittelulla saadaan moni asia tehtyä edistyneemmin ja tehokkaammin kuin 2D-kuviin pohjautuvalla suunnittelulla. Luonnollinen osa mallintavaa suunnittelua on myös tietomallipohjainen reikäsuunnittelu.

Tarve tälle insinööriyölle tuli Optiplanin halusta kehittää suunnittelualojen välistä yhteistyötä. Tietomallipohjaisen reikäsuunnitteluun osallistuvat rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijat käyttävät eri ohjelmistoja omassa suunnittelussaan. Rakennesuunnittelijoiden käyttämän Tekla Structuresin ja talotekniikkasuunnittelijoiden käyttämän MagiCAD-ohjelmistojen väliseen tiedonsiirtoon reikäsuunnittelussa on luotu erilliset työkalunsa.

Tietomallipohjaista reikäkiertoa on yrityksessä toteutettu eri tavoin. Tähän asti käytössä olleessa Tekla Structures 20.1 -ohjelmistoversiossa on jonkin verran teknisiä puutteita, joista osa on aiheuttanut työkalujen jumiutumista tai jopa tietojen katoamista. Nyt Optiplan on siirtymässä uuteen Tekla Structures 2016 -ohjelmistoversioon. Tämän vuoksi nähtiin tarpeelliseksi luoda yhteinen ohjeistus reikäsuunnitteluprosessista uudella ohjelmistoversiolla. [2.]

1.2 Tavoitteet insinööriyölle

Insinööriyön tavoitteena on luoda yrityksen sisäinen selkeä työohje tietomallipohjaiselle reikävaraus suunnittelulle Tekla Structures 2016 -ohjelmistoversiolla. Työohjeen avulla tavoitteena on tehostaa rakennesuunnittelun ajankäyttöä ja karsia pois ylimääräistä työtä paikantamalla tietomallipohjaisen reikäkierron ongelmakohdat ja työvaiheet, joissa todennäköisimmin sattuu virheitä. Onnistuneen työohjeen myötä myös talotekniikkasuunnittelijoiden työ tehostuu, kun aikaa ei tarvitse käyttää tietoteknisten ongelmien ratkaisuun. Työohjetta on tarkoitus käyttää myös perehdyttämistarkoitukseen.

Toinen tavoite on selkeyttää yrityksen sisäistä reikäkiertoa keskustelemalla talotekniikka- ja rakennesuunnittelijoiden kesken ja luomalla työohjeeseen molempien osapuolten toimista, jotta käsitys toisen osapuolen työstä ja ohjelmistoista selkeytyisi. Näin pystytään löytämään tehokkaimmat mahdolliset toimintatavat kokonaissuunnittelukonseptin näkökulmasta. Lisäksi selvitetään uuden ohjelmistoversion toimintaa suhteessa vanhaan reikäkierron osalta.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja toimintatavat

Työohje tehdään aiemmin yrityksessä tehtyjen erillisten ohjeistusten ja prosessikuvausten perusteella. Haastatteleamalla suunnittelijoita selvitetään ongelmat, joita reikäkierrossa on esiintynyt ja testataan vastaavien ongelmien esiintyminen uudella ohjelmistoversiolla. Aiemmin tehtyjen ohjeistusten ajantasaisuus tarkistetaan ja testataan käytännössä Tekla Structuresin 2016 -ohjelmistoversiolla. Pyritään löytämään ohjelmistojen ja niiden työkalujen epäkohdat ja etsitään käyttäjäystävällisimmät ja turvallisimmat tavat toteuttaa reikäsuunnittelu.

Työohjeen tekemistä varten luodaan testimalli Tekla Structures ohjelmalla, josta viedyllä 3D-dwg:llä tutkitaan MagiCADin reikäobjektityökalun erilaisten toimintojen vakautta ja vaikutusta Teklan Hole Reservation Manager -lisäosan toimintaan reikien tarkastusvaiheessa.

Toteutetaan reikäkierto testimalliin, joka on luotu todellisen kohteen tietomallin pohjalta, jotta saadaan testattua todellisen kokoisten reikien toimintaa valituilla toimintatavoilla ja

löytääksemme kriittiset virheet ohjelmien käytössä. Lisäksi haastatellaan rakennesuunnittelijoita ja LVI-suunnittelijoita, tavoitteena löytää käytettävissä työkaluissa olevat mahdolliset yhteistoiminnan puutteet.

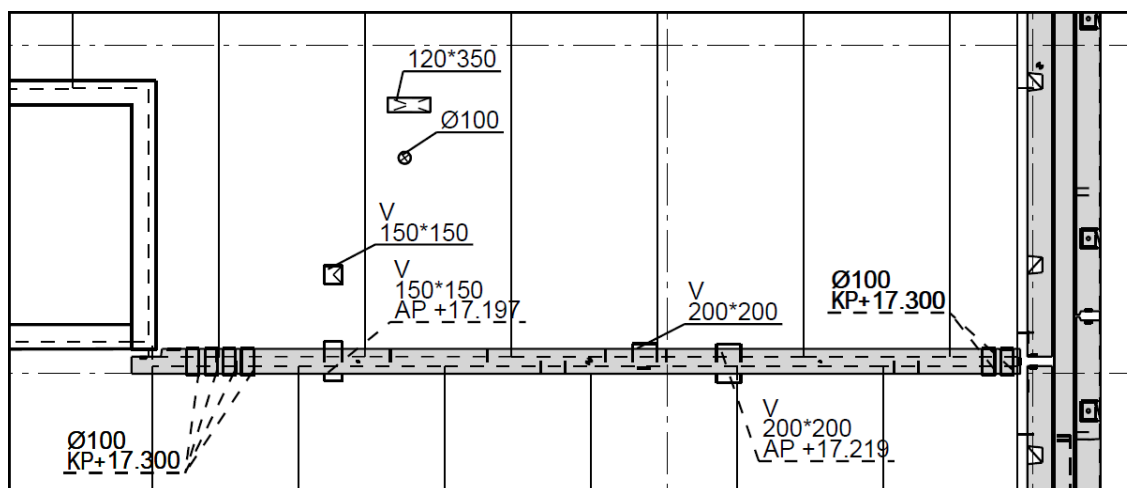
Reikäkierron lisäksi paneudutaan erilaisten kantavien rakenteiden rei'ittämisen periaatteisiin ja tehdään niistä yhteenveto.

2 Yleistä reikäsuunnittelusta

Reikäsuunnittelun tavoitteena on eri suunnittelualojen kesken päättää talotekniikkareitien tarvitsemien reikien sijainnit rakenteissa. Hormeja ei merkitä reikäpiirustuksiin. Reikävaraussuunnittelun koordinoi rakennesuunnittelija.

Talotekniikkasuunnittelijoiden tavoitteena on saada toteutettua läpiviennit tekniikan vaatimalla tavalla. Rakennesuunnittelijan tavoitteena reikävaraussuunnittelussa on saada rakenteet toimimaan oikein. Arkkitehdillä on omat arkkitehtoniset vaatimuksensa. Reikäkierrossa etsitään siis eri alojen kesken kompromissia siihen, miten tarvittavat läpiviennit ja varaukset saadaan toteutettua mahdollisimman taloudellisesti ja arkkitehtonisesti hyväksyttävästi ilman, että rakenteiden toiminta kärsii.

Reikäsuunnittelun lopputuloksena syntyy reikäpiirustus. Reikäpiirustukset tehdään kerroksittain ja niistä ilmenee kerroksen seiniin ja yläpuolisiin vaakarakenteisiin tulevien reikien koko ja sijainti. Etäisyydet merkitään lähtökohtaisesti moduulilinjoihin tai korjauskennuskohteissa olemassa oleviin rakenteisiin.



Kuva 1. Reikäpiirustuksen esitystapa

Varsinainen reikäkierto aloitetaan toteutussuunnitteluvaiheessa. Kuitenkin LVI-järjestelmien vaatimat isoimmat reiät olisi hyvä olla tiedossa jo ehdotussuunnitteluvaiheessa ja pääreitit yleissuunnitteluvaiheessa. Rakennesuunnittelija johtaa ja valvoo reikäkiertoa. On tärkeää, että rakennesuunnittelija saa lopulliset reikäpiirustukset riittävän ajoissa, jotta mahdolliset muutokset saadaan elementtisuunnittelijan tietoon hyvissä ajoin ennen elementtien valmistusta. [3;4;5;6.]

Reikäsuunnittelun toimintatavat voivat olla jokaisessa projektissa erilaiset. Vastuualueet määritellään sopimusvaiheessa, mutta teknisestä toteutuksesta suunnittelijat saavat sopia keskenään. Tilaajan näkökulmasta oleellista on reikäsuunnittelun lopputulos, eli reikäpiirustukset. [7.]

3 Reikien mitoituksen periaatteet

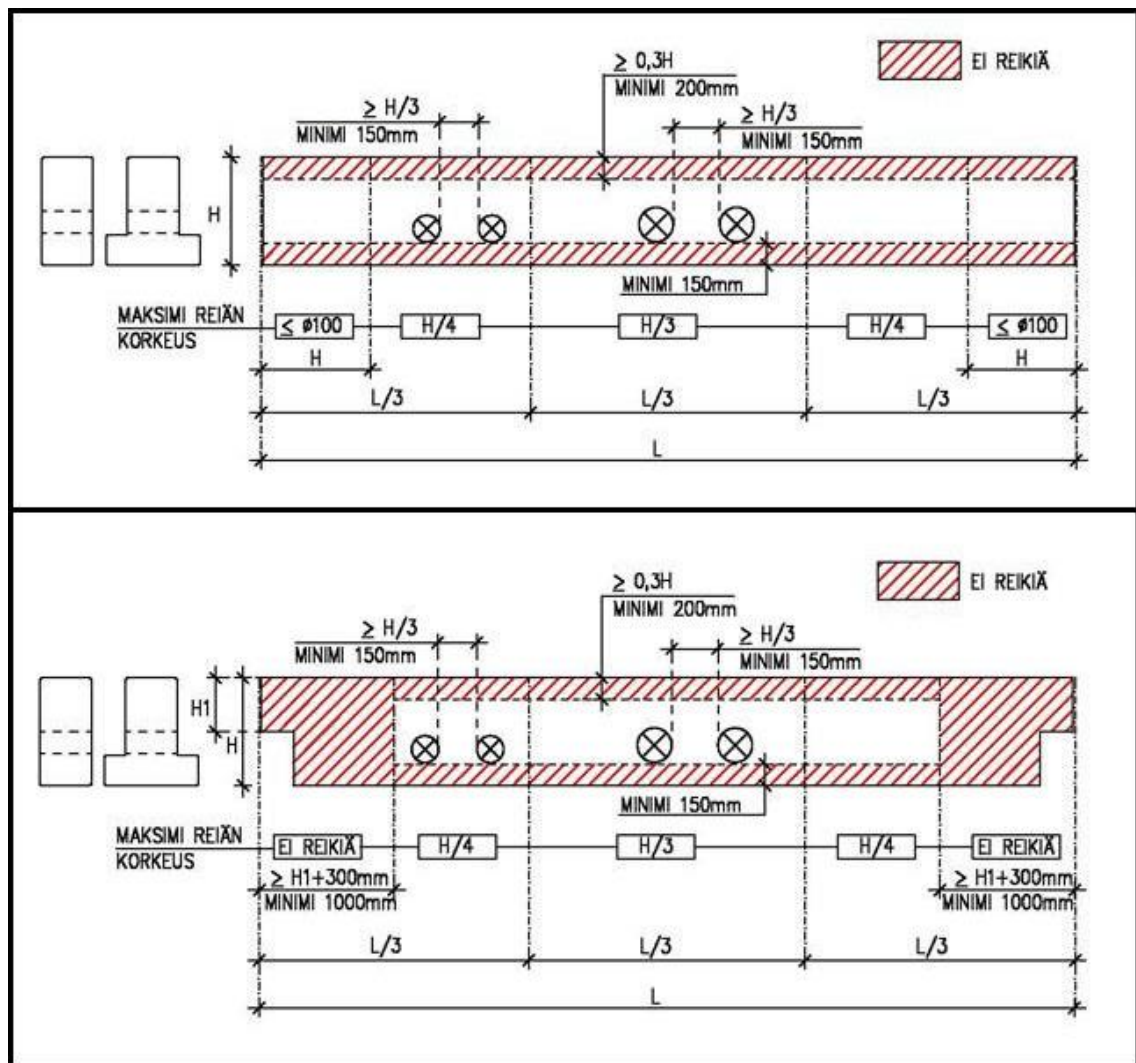
Rakenteiden reikiä suunnitellessa ohjeina toimivat Betoniteollisuus ry:n luomat ohjeistukset aiheesta. Tässä luvussa esitellään reikien suunnittelua periaatetasolla. Paikallavalurakenteiden reikien toteutuksen suunnittelee rakennesuunnittelija, kun taas elementtien reikien toteutuksen suunnittelee elementtisuunnittelija. Rakennesuunnittelijan tulee ohjata talotekniikkasuunnittelijoiden reikävarausten suunnittelua, jotta kantavuusvaatimukset saadaan täytettyä taloudellisesti järkevällä tavalla. Kaikkien rakenteiden reiät esitetään reikäpiirustuksissa, mutta vain paikallavalurakenteisiin merkitään mittaviivat. Elementtisuunnittelijan lähtötietona reikien sijainnista on talotekniikkapiirustukset.

Asuinkerrostaloissa käytetyin runkojärjestelmä on "Kantavat väliseinät-laatat" -järjestelmä, jossa välipohjalaatasto tukeutuu kantaviin ulko- ja väliseiniin. Tässä järjestelmässä valtaosa rakenteista toteutetaan teräsbetonielementeiltä, joissa reikien rakenteellinen mitoitus kuuluu elementtisuunnittelijan tehtäviin. [8.]

3.1 Vaakarakenteiden reiitys

3.1.1 Palkit

Palkkeja joudutaan usein lävistämään katon rajassa kulkevien talotekniikkareittien läpivientien vuoksi. Kaikkien reikien vaikutus palkin kantavuuteen on tarkistettava. Reikien sijainti pyritään valitsemaan kuvan 2 ohjeiden mukaan. Reikiä ei sallita palkkien ylä- tai alareunassa puristus- ja vetopintojen takia. Päästä lovetuissa palkeissa reikiä ei sallita myöskään tuen läheisyydessä leikkausrasitusten vuoksi.



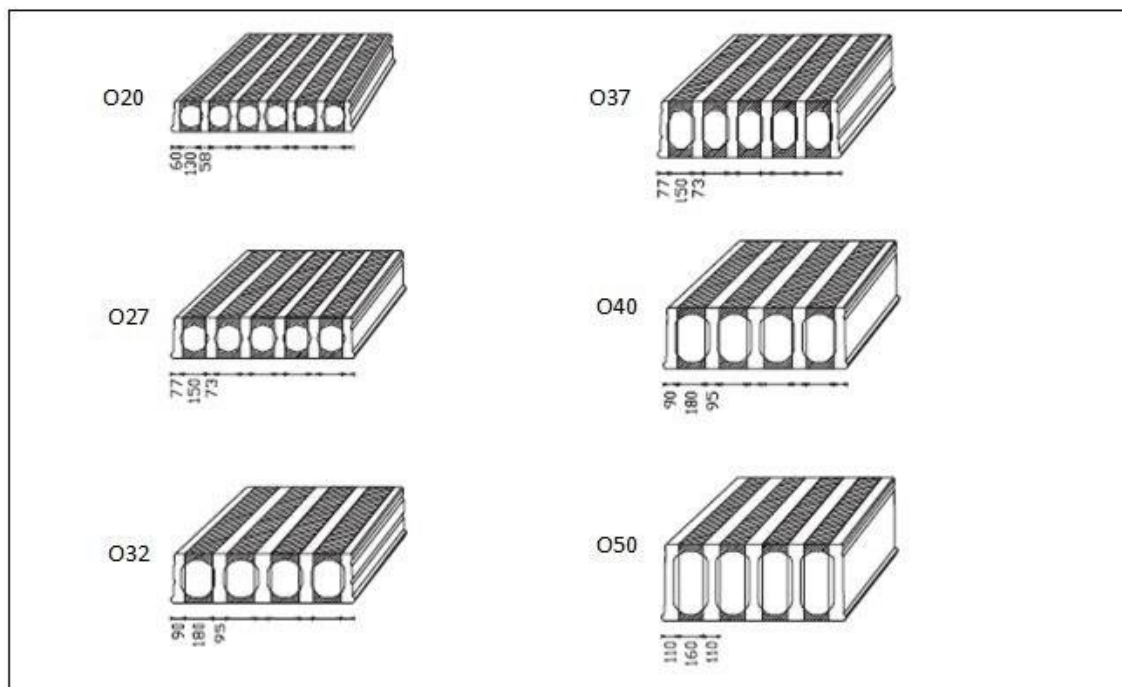
Kuva 2. Reikien sijoitusohjeet palkkeihin, Betoniteollisuus ry.

Ensisijaisesti pyritään käyttämään pyöreitä reikiä, joiden halkaisija on 50, 100, 200, 300 mm jne. Suorakaiteen muotoisia reikiä käytetään vain poikkeustapauksissa ja reikien reunat pyöristetään, mikäli mahdollista. Suositeltavin sijainti rei'ille on palkin jännevälin keskimmaisessa kolmanneksessa, uuman vetovyöhykkeessä. [9.]

3.1.2 Ontelolaatat

Betoniteollisuus ry:n julkaisussa Ontelolaattojen suunnitteluohje on selostettu tarkasti ontelolaattojen rei'ityksen reunaehdot. Reikiä tehdään ontelolaattoihin sekä elementti-

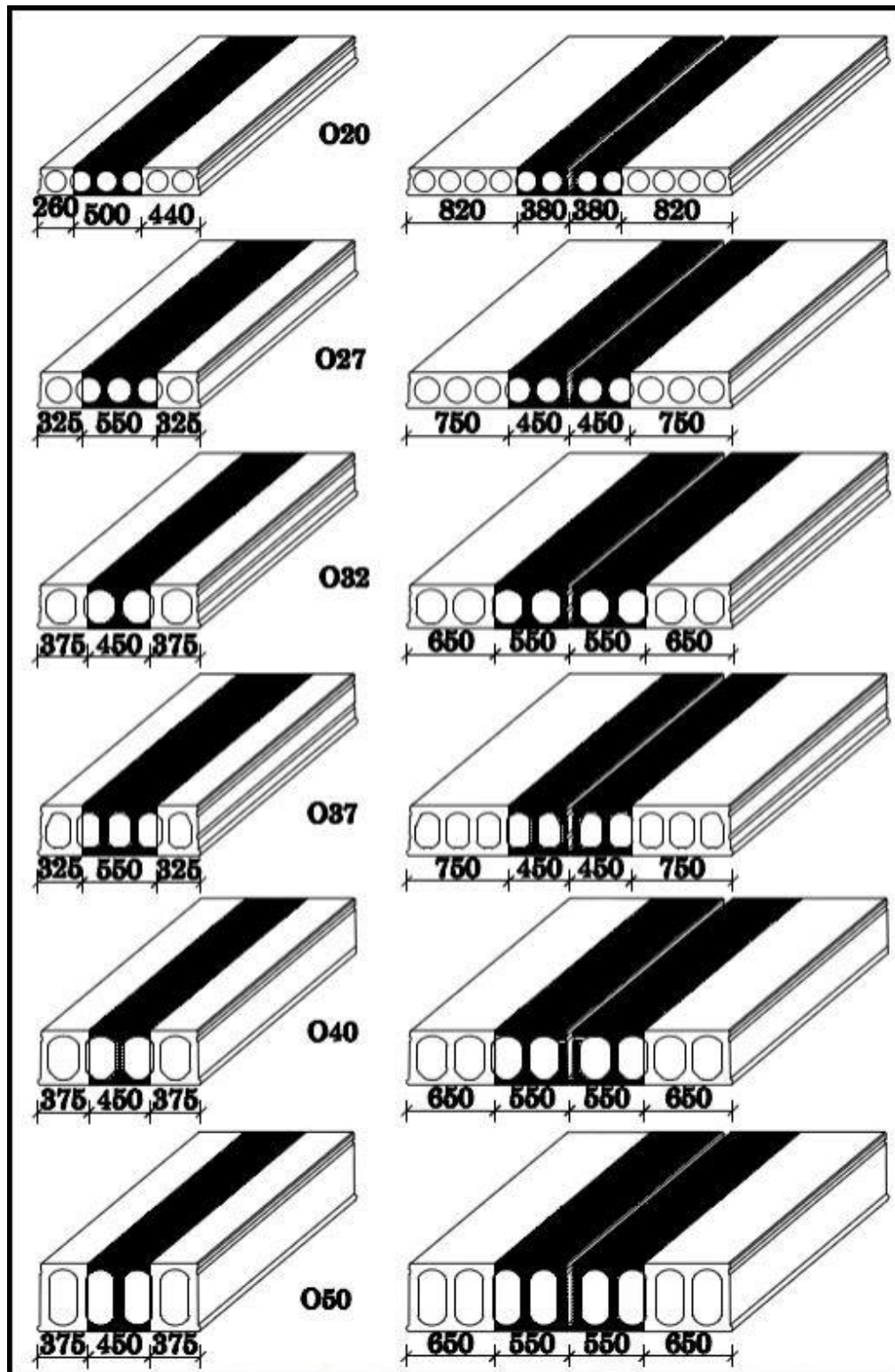
tehtaalla, että työmaalla. Työmaan suositellaan hoitavan alle 150 mm:n reiät. Reiät suositellaan sijoitettavaksi siten, että ne katkaisevat mahdollisimman vähän onteloiden välisiä kannaksia kuvan 3 mukaisesti. Punoksien suojabetonietäisyydet tulee ottaa huomioon reikiä suunnitellessa.



Kuva 3. Pienten reikien sallitut koot onteloiden kohdalla (Parma Oy)

Suuret, yli 800 mm aukot toteutetaan yleensä niin, että laatta katkaistaan ja aukon toiselle puolelle tulee toinen laatta. Katkaistut laatat kannakoidaan joko paikallavalupalkilla tai teräksisillä ontelolaattakannakkeilla, jolloin kuormitus siirtyy viereisille laatoille pääasiassa sauman välityksellä. Paikallavalupalkilla voidaan toteuttaa eripituisia reikiä. Teräksistä ontelolaattakannaketta taas ei tarvitse tukea asennusaikana.

Pienemmät kuin 800 mm, mutta suuremmat kuin 150 mm aukot toteutetaan kuvan 4 ohjeiden mukaisesti. Tarkat mitat saattavat erota valmistajakohtaisesti, joten ne on tarkistettava valmistajan ohjeista. Suurin sallittu reikäkoko on tapauskohtaista ja siihen vaikuttaa laattatyyppi, jännemitta, kuormitukset ja reiän sijainti.



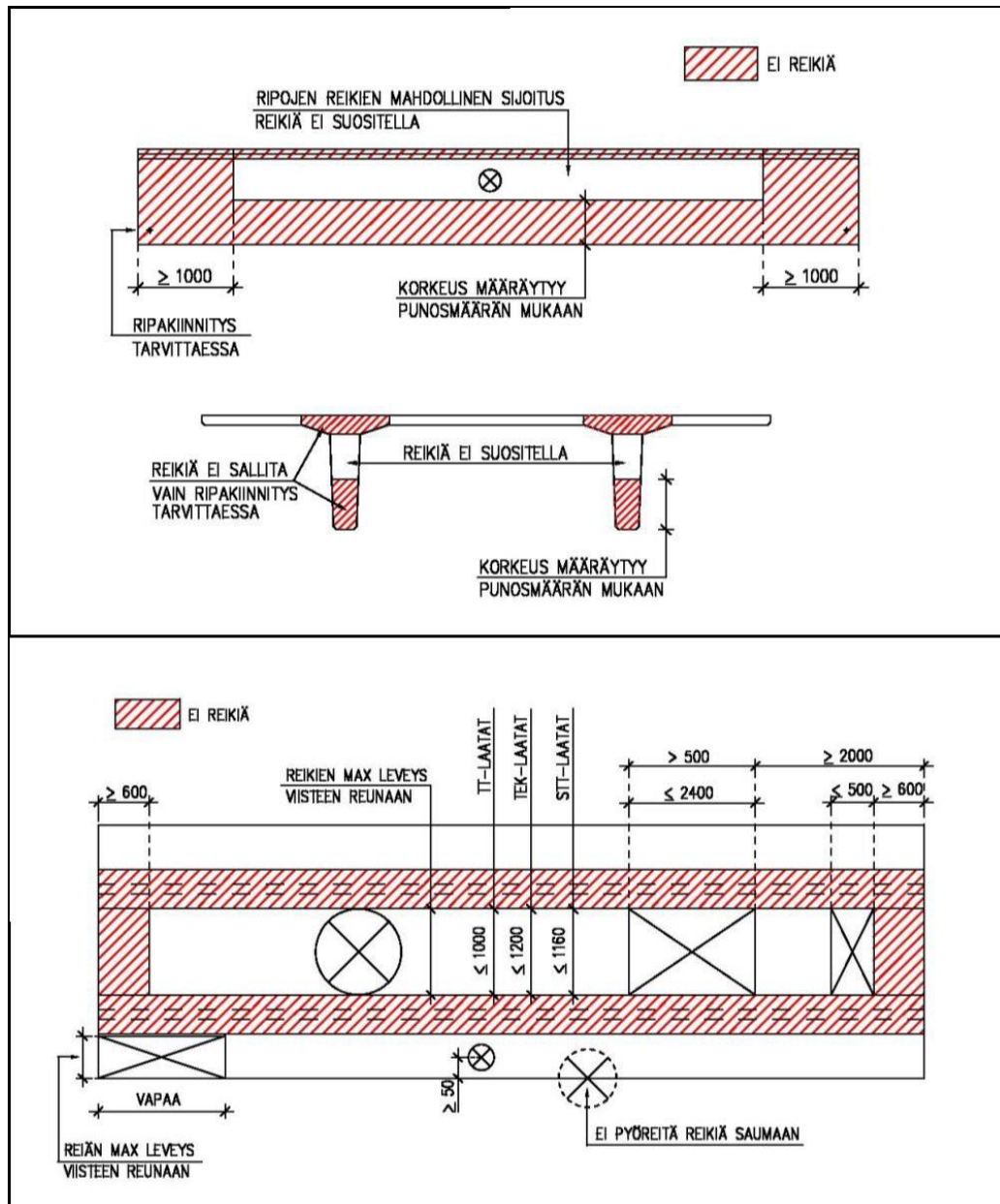
Kuva 4. Ontelolaattojen rei'itysohjeet yli 150mm rei'ille.

Lisäksi ontelolaattojen rei'itykseen annetaan ontelolaattaohjeessa useita tarkempia reunaehdoja, joissa määritellään tarkemmin reikien sijaintiin ja kokoon liittyviä vaatimuksia.

[10.]

3.1.3 TT-laatat

TT-laattojen reiät suositellaan tehtäväksi suorakaiteen muotoisina ripaviisteen ulkopuolella. TT-laattojen laattaosaa voidaan reiittää melko vapaasti kuvassa 5 esitetyillä alueille.

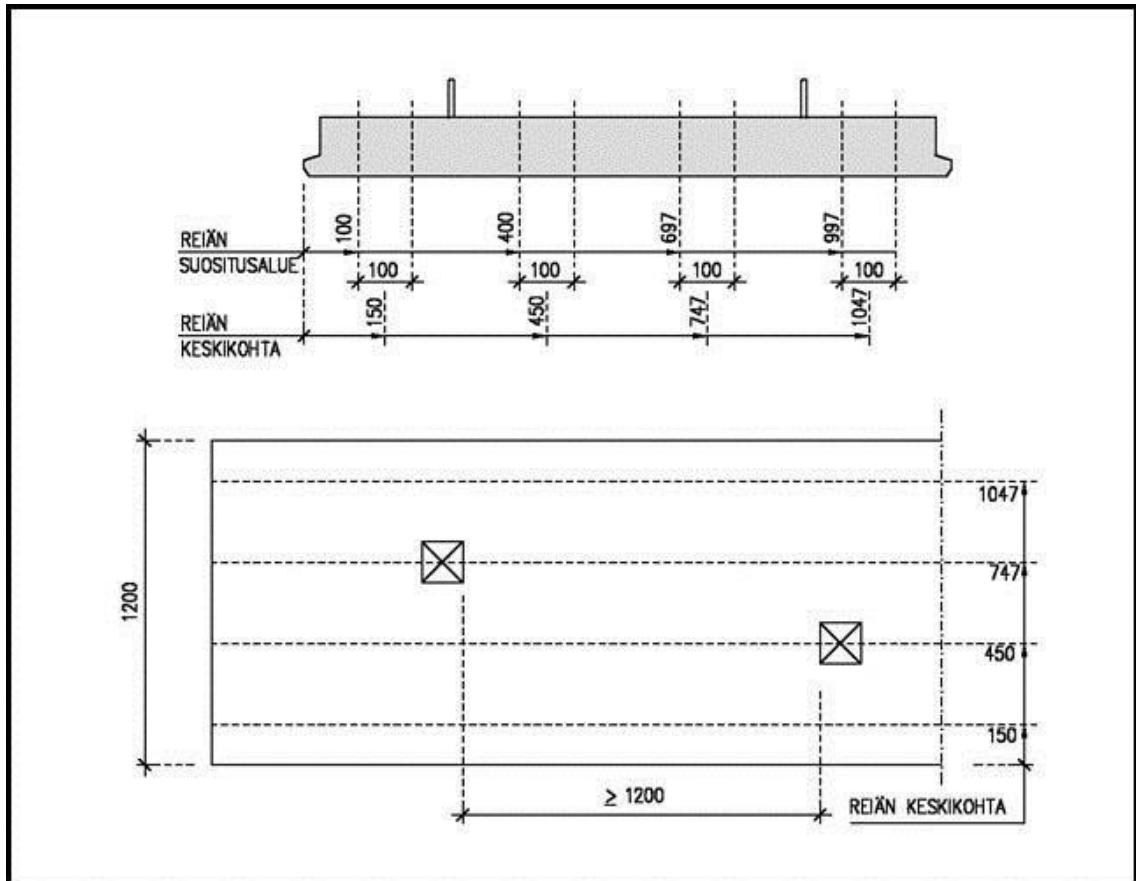


Kuva 5. TT-laatan rei'ittämishjeet, Betoniteollisuus ry

Laattaelementin reunojen rei'ittämistä tulee välttää, koska viereisen elementin ja rei'itetyn laatan reunaan saattaa tulla toleransseista johtuvia porrastuksia. Reiät suositellaan sijoitettaviksi laattojen ripojen väliin. [11.]

3.1.4 Kuorilaatat

Kuorilaattoihin tulevat reiät pyritään sijoittamaan punosten väliin ja mahdollisimman kauaksi toisistaan. Samaan poikkileikkaukseen suositellaan vain yhtä reikää. Jos peräkkäisten reikien välinen etäisyys on yli 1200 mm, niiden ei katsota olevan samassa poikkileikkauksessa. Pieniä, n. 20 mm reikiä voi olla samassa poikkileikkauksessa maksimissaan 5 kpl.



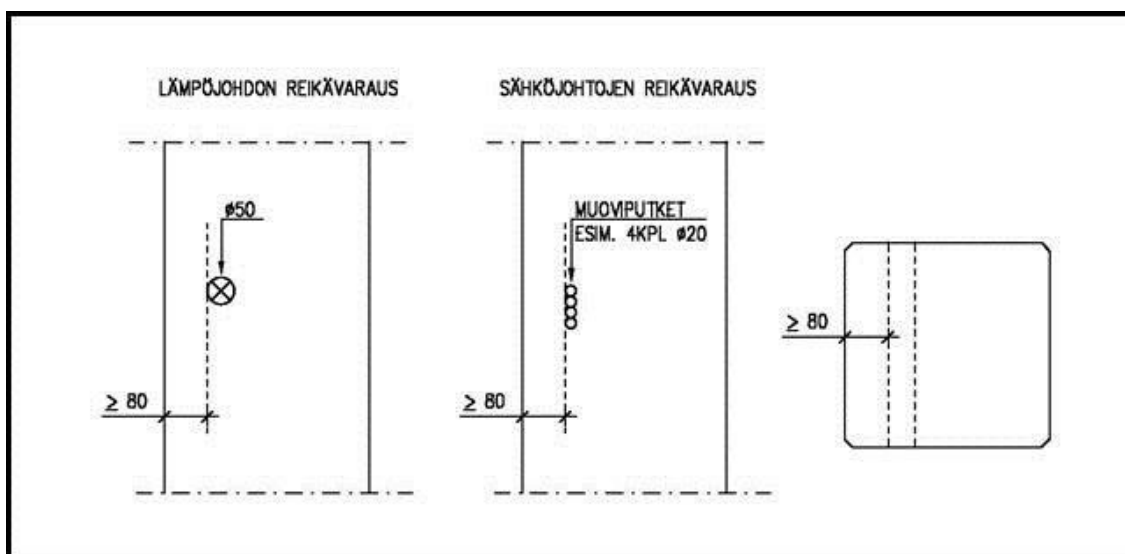
Kuva 6. Reikien suositeltavat sijainnit kuorilaatan poikkileikkauksessa, Betoniteollisuus ry

Yli 150 mm reiät suositellaan tehtaalla tehtäväksi. Pienemmät reiät voidaan tehdä työmaalla. Kaikki reiät tulee esittää laataston reikäpiirustuksessa. Pielen kestävyys ja raudoitukset tarkistaa päärakennesuunnittelija. [12.]

3.2 Pystyrakenteiden rei'itys

3.2.1 Pilarit

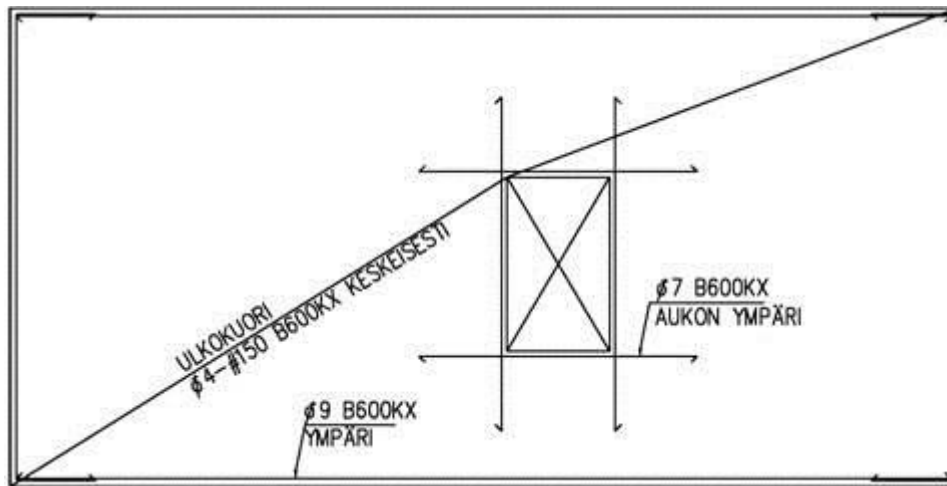
Pilareihin tehtäviä reikiä tulee lähtökohtaisesti välttää, koska reikä vaikuttaa voimakkaasti pilarin kuormituskapasiteettiin. Pilareiden rei'itystarve on yleensä kuitenkin vähäistä. Joskus kuitenkin sähkökaapelit tai lämpöjohdot aiheuttavat tarpeen rei'itykselle. [13.]



Kuva 7. Pilarin rei'itysohje. Reikien suunnittelussa on huomioitava pääterästen suojabetonietäisyydet, jolloin reunaetäisyys reikään on vähintään 80mm, Betoniteollisuus ry

3.2.2 Seinät

Seinät ovat yleensä varsinkin asuntorakentamisessa suhteellisen vähän raudoitettuja, joten reikien tekeminen onnistuu varsin joustavasti. Reikien seurauksena raudoitusta tosin joudutaan yleensä lisäämään. [14.]



Kuva 8. Esimerkki reiän raudoituksesta seinässä, Betoniteollisuus ry

4 Perinteinen reikäsuunnittelu

Perinteisellä suunnittelulla tarkoitetaan tässä 2D-kuviin perustuvaa suunnittelua, joka on ollut käytössä 1990-luvulta. Reikäkierto aloitetaan suunnittelun toteutussuunnitteluvaiheessa.

Rakennesuunnittelija määrittää reikäkierron toimintatavan ja luo reikäkuvapohjan, jonka lähettää talotekniikkasuunnittelijoille. Reikäkuvapohja luodaan CAD-pohjaiseksi tiedostoksi. Reikäkuvapohjaan rakennesuunnittelija luo tasot LVI- ja sähkösuunnitelmien vaatimille rei'ille ja mitoille. Samaan kuvaan on hyvä tehdä myös reikäkiertotaulukko, johon kukin suunnittelija merkitsee päivämäärät, milloin on vastaanottanut ja lähettänyt reikäpiirustuksen eteenpäin. Talotekniikkasuunnittelijat merkkavat oman suunnittelualansa tarvitsemat reiät reikäkuvatiedostoon. Oikeiden tasojen käyttö on hyvin tärkeää, koska myös palokatkosuunnitelmat merkitään usein samoihin kuviin.

SUUNNITTELUALA/URAKOITSIJÄ	SAAPUNUT	LÄHTENYT	SUUNNITTELIJA
RAKENNESUUNNITTELIJA Optiplan Oy, Tuukka Varpio tuukka.varpio@optiplan.fi		16.3.2017	Tuukka Varpio
LVI-SUUNNITTELIJA Putkitaikurit Oy, Seppo Taalasmaa seppo.taalasmaa@putkitaikurit.fi	16.3.2017	20.3.2017	Seppo Taalasmaa
SÄHKÖSUUNNITTELIJA Sähkötaiturit Oy, Karita Alasmaa karita.alasmaa@sahkotaikurit.fi	20.3.2017		Kari Taalasmaa
IV-URAKOITSIJÄ			
PUTKIURAKOITSIJÄ			
SPRINKELRIURAKOITSIJÄ			
SÄHKÖURAKOITSIJÄ			

Kuva 9. Reikäkierron kiertotaulukko

Sähkö- ja LVI-suunnittelijat sopivat ensin keskenään reikien sijainneista, jonka jälkeen vasta reikäkuvatiedosto palautetaan rakennesuunnittelijalle. Rakennesuunnittelija tarkastaa, onko reiät rakenteellisesti mahdollista toteuttaa talotekniikkasuunnittelijoiden ehdottamalla tavalla. Rakennesuunnittelija hyväksyy tai hylkää reiät harkintansa jälkeen ja mikäli reikiä hylättiin, tiedosto palautetaan kommentoituna takaisin talotekniikkasuunnittelijalle, joka tekee uuden ehdotuksen kommenttien perusteella. Tätä iteratiivista prosessia jatketaan, kunnes kaikki talotekniikkareittien vaatimat reiät on saatu suunniteltua.

Perinteisessä reikäsuunnittelussa talotekniikkasuunnittelijat joutuvat laskemaan läpivientien korot käsin verrattuaan kaksiulotteisia rakenne- ja talotekniikkasuunnitelmia, joka aiheuttaa virheen riskin. Prosessista puuttuu kokonaan tietomallintamisen älykkyys, joka aiheuttaa sen, että kaikki tiedot täytyy syöttää käsin tai manuaalisesti kopioimalla.

Kuitenkin älykkyyden puuttuminen tuo myös etuja. Tietotekniset järjestelmät toimivat huomattavasti varmemmin, kun käsiteltävää tietoa on vähemmän. [15.]

5 Tietomallipohjaisen reikäsuunnitteluprosessin kuvaus

Tietomallipohjaisen reikä- ja varaussuunnittelun prosessi sovitaan projektikohtaisesti. Sovellettavia ohjeita ovat Yleiset tietomallivaatimukset 2012, mahdollisesti tilaajan määrittämät toimintatavat ja suunnittelutoimistojen omat ohjeistukset.

5.1 YTV 2012

YTV 2012 eli yleiset tietomallivaatimukset on RT-kortiston julkaisema ohje, jonka tarkoituksena on määritellä, mitä ja miten mallinnetaan rakennushankkeen eri vaiheissa. Ohje pohjautuu eri tilaajaorganisaatioiden aikaisempiin omiin ohjeistuksiin ja mallintajien käyttäjäkokemuksiin.

Tietomallipohjaista reikäsuunnittelua käsittelevässä osiossa vaatimuksena on, että reikä- ja varaussuunnittelun käyttö ja vastuut on sovittava projektikohtaisesti erikseen. Vaatimusta täydentävät ohjeet, joissa on annettu kolme erilaista tapaa toteuttaa reikä- ja varaussuunnittelu.

YTV 2012 toimii pohjana tietomallipohjaiselle reikävaraussuunnittelulle. Varsinaisiin toimintatapoihin se ei kuitenkaan ota kantaa, joten yrityksillä on monesti lisäksi omia ohjeistuksia prosessiin liittyen. Näissä ohjeistuksissa määritellään tarkemmin mitä YTV 2012 vaihtoehdoista sovelletaan ja miten se käytännössä toteutetaan käytössä olevilla ohjelmistoilla.

Ohje

Tietomallipohjaista reikä- ja varaussuunnittelua voidaan hyödyntää erilaisin tavoin 2D-reikäpiirustuksien teossa.

Näitä toimintatapoja tai niiden variaatiota voidaan harkita käytettäväksi kun kohteessa tarvitaan 2D-reikäpiirustuksia. Kaikissa toimintatavoissa lähtökohtana on kohdan 5.4.1 mukainen toiminta.

Vaihtoehto 1

- Rakennesuunnittelija toimittaa TATE:lle 2D- ja 3D-reikäpiirustuspohjat.
- TATE käyttää tekemiään reikävarausobjekteja hyödyksi ja tekee niiden perusteella 2D-reikäpiirustuksen, sisältäen mittaviivat.
- Reikävaraukset mitoitetaan ensisijaisesti moduliverkkoon tai toisena vaihtoehtona saneerauskohteissa olemassa oleviin rakenteisiin.
- 2D-reikävaraustiedostot toimitetaan rakennesuunnittelijalle.
- Rakennesuunnittelija tekee tulosteet ja toimittaa reikäkuvat jakeluun.

Vaihtoehto 2

- Rakennesuunnittelija toimittaa TATE:lle 3D-reikäpiirustuspohjat, kerroskohtaisena, absoluutisessa korkeusasemassa.
- TATE tekee reikävarausobjektit toimitetun mallin korkeusasemaan sekä toimittaa tekemänsä reikävarausobjektit rakennesuunnittelijalle IFC-formaattisena.
- Rakennesuunnittelija tekee TATE:n toimittamien reikävarausobjektien perusteella 2D-reikäpiirustukset mittaviivoilla ja mitoituksilla varustettuna sekä tulostaa ja toimittaa ne jakeluun.

Vaihtoehto 3:

- Rakennesuunnittelija toimittaa TATE:lle 3D-reikäpiirustuspohjat, kerroskohtaisena, absoluutisessa korossa.
- TATE tekee reikävarausobjektit toimitetun mallin korkoasemaan sekä toimittaa tekemänsä reikävarausobjektit rakennesuunnittelijalle IFC-formaattisena.
- Rakennesuunnittelija tekee 2D-reikäkuvapohjat, joissa näkyvät TATE:n toimittamat reikävaraukset.
- Rakennesuunnittelija laittaa kuviin reikävarausten tietojen mittaviivan (esim. "IU, 300x200, KP=+25.3"). Tämä tieto on otettu TATE:n toimittamista reikävarausobjekteista.
- Rakennesuunnittelija tekee tähän 2D -kuvaan mitoitusviivatason eri suunnittelualoille sillä värillä, jolla he haluavat mitoitusviivat tulostuvan (=viivan paksuus mustavalkotulosteessa).
- Rakennesuunnittelija toimittaa 2D-reikäkuvapohjat TATE:lle.
- TATE – tekee mitoitusviivat rakennesuunnittelijan tekemälle tasolle käyttäen CAD-ohjelmiston normaaleja mittaviivatyökaluja.

Kuva 10. Yleisten tietomallivaatimusten vaihtoehdot reikäpiirustusten tekoprosessille

Kuvassa 11 on esitetty Yleisten tietomallivaatimusten vaihtoehdot reikäpiirustusten tekoprosessille. Vaihtoehdot eroavat toisistaan muun muassa vastuiden jakamisen osalta.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa mittaviivojen teko on määritelty talotekniikkasuunnittelijan tehtäväksi, kun taas toisessa vaihtoehdossa mittaviivojen tekeminen on rakennesuunnittelijan vastuulla. Kolmannessa vaihtoehdossa vastuu mittaviivojen tekemisestä on jaettu rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijalle siten, että rakennesuunnittelija luo 2D-kuvaan mitoitusviivasot eri suunnittelualoille, ja talotekniikkasuunnittelijat merkitsevät itse omat mittaviivansa.

Kaikissa YTV 2012 vaihtoehdoissa kierto on määritelty alkavan rakennesuunnittelijan reikäpiirustuspohjan toimittamisesta. Ensimmäisen vaihtoehdon mukaan rakennesuunnittelija toimittaa sekä 2D- että 3D-pohjat. Myös talotekniikkasuunnittelijalta tulevat reikävaraustiedostot toimitetaan 2D-muodossa. Toisen ja kolmannen vaihtoehdon mukaan rakennesuunnittelija toimittaa ainoastaan 3D-reikäpiirustuspohjat ja saa vastaavasti reikävaraustiedostot 3D:nä IFC-formaatissa.

Reikäobjekteja luodessa talotekniikkasuunnittelijan tulee merkitä järjestelmä, jota varten varaus on tehty. Tunnisteet ja koko lisätään reikäobjektiin attribuuttitietona. Objektit mallinnetaan xyz-suunnassa oikeaan paikkaan ja korkeusasemana käytetään absoluuttista korkeusasemaa. Yleisissä tietomallivaatimuksissa on suositeltu, että reikäobjekteja muokataan tarpeen vaatiessa sen sijaan, että objekti poistettaisiin ja luotaisiin uusi objekti.

Elementtien kolousten osalta reikävarausta ei tarvitse tehdä tietomallipohjaisesti, mutta kokonaan elementin lävistävät reiät tulee kuitenkin toimittaa reikävarausobjektina. Talotekniikkasuunnittelija toimittaa varaustiedot kolousten osalta perinteisellä tavalla. [7.]

5.2 Optiplanin toimintamalli

Optiplanin mallintavan suunnittelun tarkkuustasot on jaettu kolmeen tietomallinnustaso. Taso valitaan yhdessä tilaajan kanssa hankkeen koko ja vaatimukset huomioiden. Optiplanin tietomallinnustaso 2 vastaa pääosin YTV:n tasoa 2, Optiplanin 2+ vastaa pääosin YTV:n tasoa 3 ja Optiplanin taso 3 vastaa pääosin YTV:n tasoa 4.

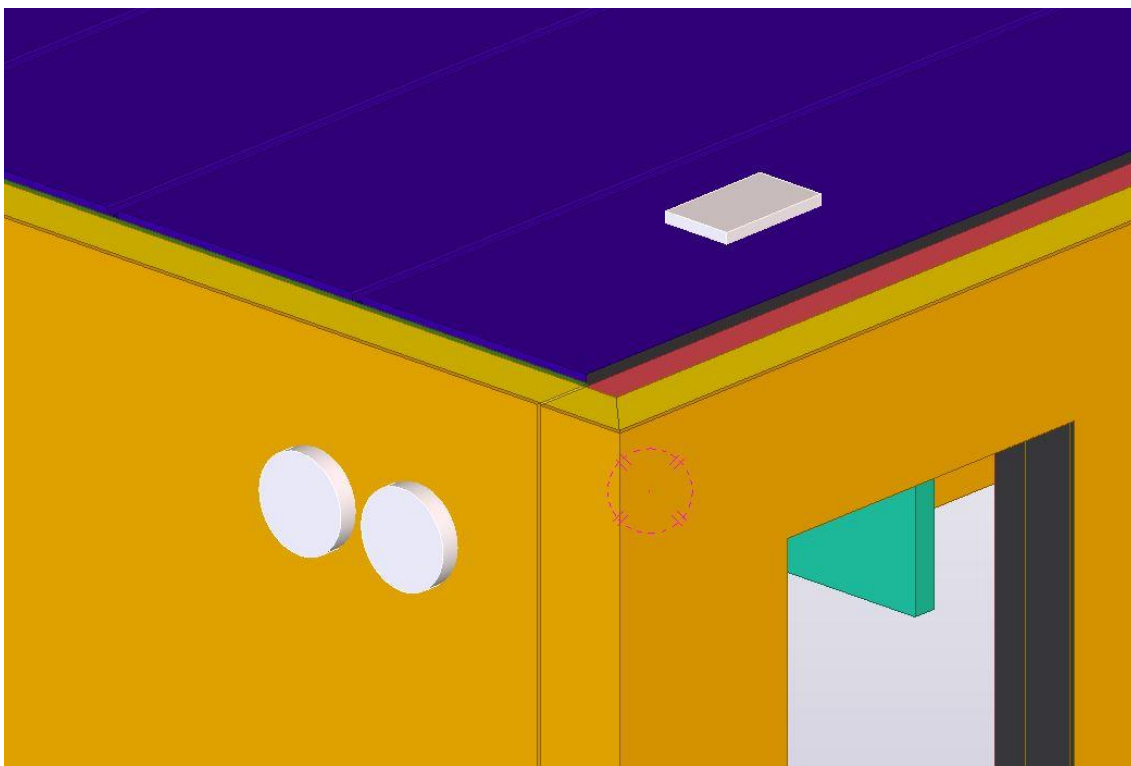
Aina kun suunnittelu tehdään mallintaen, Optiplanin kaikissa tietomallinnustasoissa reiät mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein niin, että sijainnit ja kokonaismäärät selviävät mallista. Optiplan käyttää mallintamiseen Tekla Structures -ohjelmistoa.

Reikäkierron osalta Optiplanissa sovelletaan YTV:n reikäkierron toista vaihtoehtoa. Rakennesuunnittelija luo Tekla Structuresista kerroskohtaisen 3D-dwg-tiedoston. Talotekniikkasuunnittelija luo reikävarausmallin IFC-formaatissa, jonka perusteella rakennesuunnittelija luo 2D-reikäkuvat.

6 Tietomallipohjaisen reikäsuunnittelun edut

Tietomallipohjaisen varaussuunnittelun edut ovat pitkälti yleisesti tietomallin käytön hyötyjä. Mallinnuksen ollessa hyvällä tasolla ja työkalujen toimiessa moitteettomasti mallintamalla varaussuunnittelulla voidaan saada suurikin määrä reikiä tarkastettua nopeasti ja vaivattomasti.

Tietomallipohjaisessa reikävarauskierrossa talotekniikkasuunnittelija luo reikävaraukset 3D-objekteiksi, jotka lävistävät rakenteet luoden haluttuun paikkaan reikävarauksen kuvan 11 mukaisesti. Parhaita ominaisuuksia on visuaalisen tarkastuksen helppous. Korkeeroja ei tarvitse laskea, vaan mallia kääntämällä voi nopeasti tarkastaa oikean korkeusaseman. Törmäilyjen tarkastus mallista on vaivatonta.



Kuva 11. Referenssiksi tuodut 3D-reikävarausobjektit näkyvät mallissa valkoisena.

”Tietomallipohjaisella reikävarausprosessilla saadaan laadukkaampi ja yhteen sovitumpi lopputulos kuin perinteisellä reikäpiirustusprosessilla.” [16.]

Mallissa muutoksien hallinta on helppoa. Muutokset päivittyvät automaattisesti kaikkiin kuviin. Esimerkiksi muutokset rakenteissa näkyvät suoraan varauspiirustuksissa ja sisäisen ristiriidattomuus on taattu.

Toisaalta tietomallintaminen vaatii uudenlaista osaamista 2D-suunnitteluun nähden. Mallissa työskentely koetaan raskaampana ja muutokset vaikeammin toteutettavina. Vakiintuneet käytännöt ovat vielä puutteelliset ja tietoteknisiä virheitä sattuu useammin uudesta työskentely-ympäristöstä johtuen.

Myös tietomallipohjaisen varaussuunnittelun työkaluissa itsessään on vielä puutteita. Tekla Structuresin työkalu Hole Reservation Manager on osittain puutteellinen. Työkalun on havaittu ajoittain kaatuvan, varsinkin jos reikiä on paljon. Todennäköisesti ongelmat ovat vältettävissä tietynlaisia asetuksia käyttämällä, mutta tästä ei ole Teklan palveluissa juurikaan käyttäjille tietoa. Tosin näihin ongelmiin Tekla Structures 2016 versiossa on

löydetty ratkaisu ja työkalun toiminta on varmempaa verrattuna edellisiin versioihin. [2;17.]

7 Suunnitteluohjelmistot

7.1 Tekla Structures

Tekla Structures on suomalaisen Tekla Oyj:n (Nykyään Trimble Solutions Oy) kehittämä mallipohjaiseen olioteknologiaan perustuva rakennesuunnitteluohjelmisto. Tekla Structures kykenee sekä yleis-, että detaljisuunnitteluun ja sillä voi mallintaa kaikentyyppisiä rakenteita mistä tahansa materiaalista. Luotuja tietomalleja on mahdollista käyttää multi-user-tilassa, jolloin usea suunnittelija voi työskennellä mallin parissa yhtä aikaa. [18.]

Tekla Structures -ohjelman malli voidaan kääntää moniin eri tiedostomuotoihin. Reikäkierron kannalta oleellista on kääntämiskyky 3D-dwg- ja IFC-muotoon.

Reikäkierron työkaluna Tekla Structuresissa on Hole Reservation Manager -lisäosa, joka on ilmaiseksi ladattavissa Tekla Warehousesta.

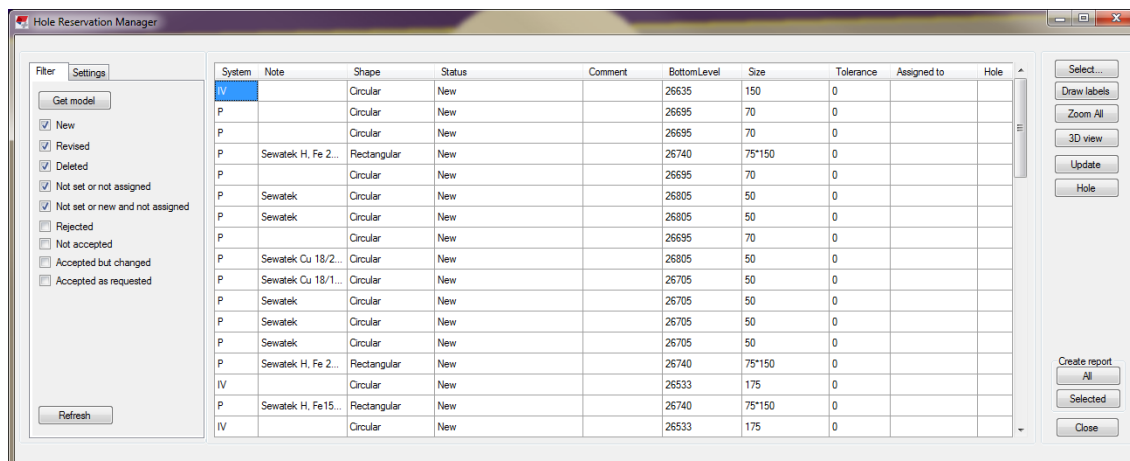
7.2 MagiCAD

MagiCAD on suomalaisen Progman Oy:n kehittämä CAD-pohjainen 2D ja 3D -suunnitteluohjelmisto talotekniseen suunnitteluun, joka toimii AutoCAD MEPin kanssa. MagiCAD mahdollistaa laajan tuoteosakirjaston käytön, joka mahdollistaa suunnittelun todellisilla tuotteilla. MagiCADilla voi toteuttaa myös talotekniset laskelmat. Optiplanilla MagiCADia käytetään talotekniikkasuunnittelussa toistaiseksi pääasiassa 2D-tilassa.

MagiCADin osalta tässä opinnäytetyössä perehdyttiin ainoastaan Provision for void -työkaluun, joka on ohjelmiston sisäinen työkalu reikäsuunnittelua varten. [19.]

Suunnitteluohjelmistojen reikäkiertotyökalut

7.3 Hole Reservation Manager



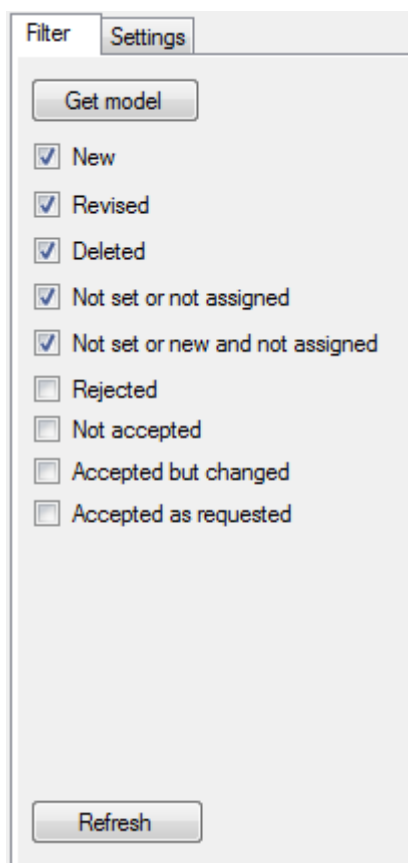
Kuva 12. Näkymä Hole Reservation Managerista

Hole Reservation Manager on Tekla Structuresiin erikseen ladattava lisätyökalu, jolla pystytään mallipohjaisesti talotekniikkamallin ja rakennemallin välillä siirtämään tietoa ja generoimaan reikävarausobjekteja suoraan talotekniikkasuunnitelmien pohjalta. Työkalun tarkoituksena on helpottaa ja tehostaa reikäkiertoa, jotta päästäisiin eroon perinteisestä 2D-reikäkierrosta ja voitaisiin siirtyä mallipohjaiseen reikäkiertoon.

Hole Reservation Managerissa on mahdollisuus tarkastella Tekla Structuresiin referenssiksi tuotua reikävaraus-IFC:tä kuvan 12 mukaisesti. Referenssimallin reikävaraukset näkyvät tässä vaiheessa valkoisena kuten kuvassa 10. Hole Reservation Manager luo listan kaikista reikäobjekteista valitussa referenssitiedostossa. Yleensä yhdessä IFC-tiedostossa on yhden kerroksen reikävarausobjektit.

Hole Reservation Managerin luoman reikävarauslistasta rakennesuunnittelija voi reiän riviä osoittamalla tarkastella reikäobjektia visuaalisesti 3D-view-toiminnon avulla. Listasta voi alasvetovalikkoa käyttämällä merkitä reikäobjektin hyväksytyksi, hylätyksi tai hyväksytyksi muutettuna.

Reikäobjekttilistaa voi suodattaa erilaisilla asetuksilla. Käyttäjä voi esimerkiksi suodattaa näkyviin pelkästään uudet reikäobjektit, tai jo hyväksytyt tai kommentoidut reikäobjektit kuvan 13 mukaisesti.



Filter Settings

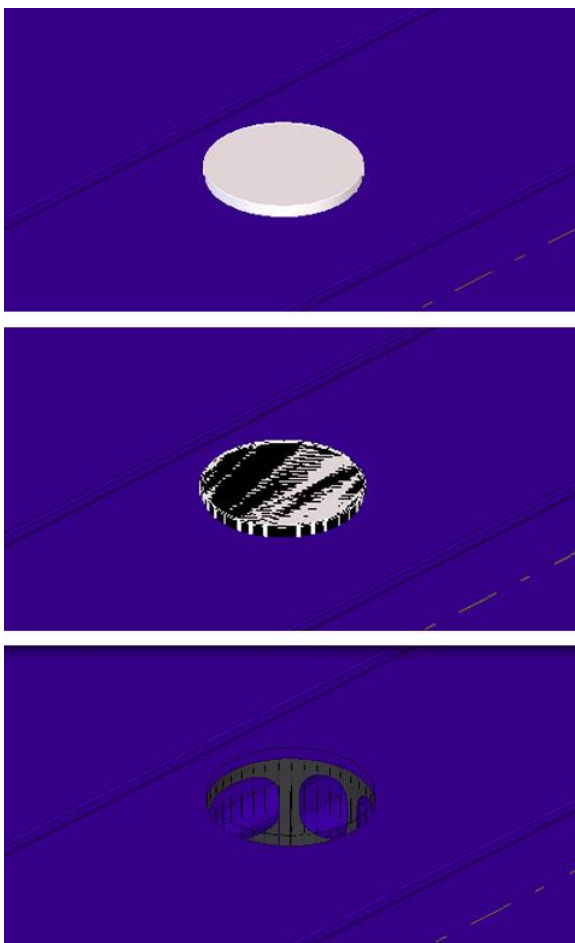
Get model

- ☒ New
- ☒ Revised
- ☒ Deleted
- ☒ Not set or not assigned
- ☒ Not set or new and not assigned
- ☐ Rejected
- ☐ Not accepted
- ☐ Accepted but changed
- ☐ Accepted as requested

Refresh

Kuva 13. Reikäobjektien suodatusasetukset

Samalla työkalulla voi myös luoda varsinaiset reiät Tekla Structures -tietomalliin. Kun reikä on hyväksytty listan alasvetovalikosta ja kuitattu Update-painikkeella, Hole Reservation Manager luo tietomalliin kuvan 14 mukaisen reikävarausobjektin, joka näkyy mustana. Tämä objekti myös saa referenssitiedoston reikävarausobjektille asetetut tiedot, esimerkiksi GUID:n, geometriatiedot ja järjestelmätiedot. Mustasta reikävarausobjektista tiedot saadaan vietyä piirustusasetuksiin, jotta reikien tiedot näkyvät reikäkuvin auto- maattisesti. Edelleen Hole Reservation Manageria käyttämällä voidaan Hole-painik- keesta luoda cut part -objekti, joka leikkaa halutun kokoisen reiän pysty- tai vaakaraken- teeseen kuten kuvassa 14 on esitetty.



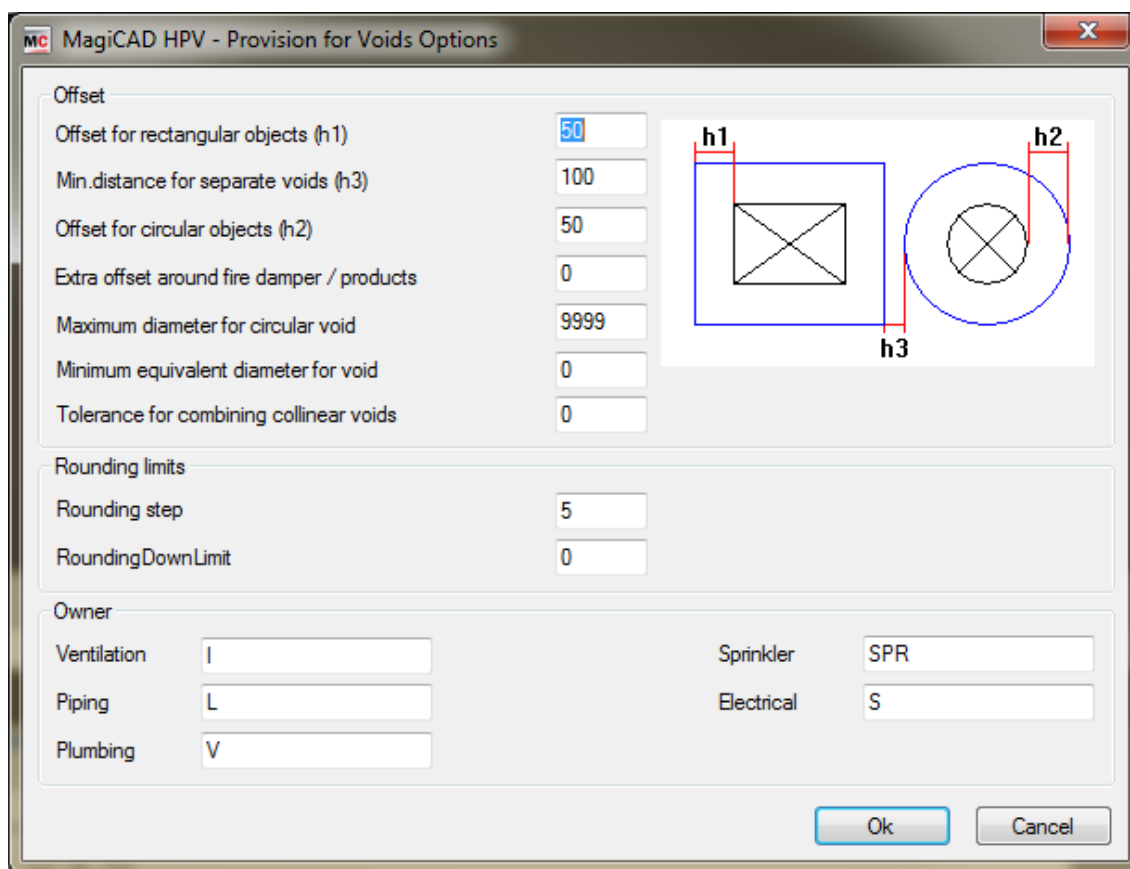
Kuva 14. Reiän luomisen vaiheet. Ylimmässä kuvassa valkoisena näkyy IFC-muotoinen referenssimalli. Keskimmäisessä kuvassa on referenssin perusteella luotu Teklan varsinainen reikävarausobjekti. Viimeisessä kuvassa on esitetty lopullinen reikä.

Hole Reservation Managerin kautta määritellään mihin luokkaan (Class) luodut reikäobjektit kuuluvat. Luokilla määritellään miten varausobjektit näkyvät tietomallissa tai piirustuksessa ja mitä objekteja leikataan. Reikäkierrossa esimerkiksi Sewatek-läpivientielementit merkitään eri luokkaan, jolloin ne näkyvät mallissa punaisella, kun taas tavalliset reiät näkyvät mustana, joten visuaalinen tarkastus on helpompaa esimerkiksi palokatkos suunnittelussa.

7.4 Provision for void

Provision for void on MagiCADin sisäinen työkalu reikäsuunnittelua varten. Työkalussa on toiminnot automaattiselle ja manuaaliselle reikäobjektin luomiselle. Automaattitoiminnolla ohjelma tunnistaa putkia, IV-kanavia tai muita talotekniikan järjestelmiä mitkä lä-

päisevät referenssiksi tuodun 3D-dwg-tiedoston pintoja (faces). Työkalu tunnistaa putkien tai muiden järjestelmien koon ja valitsee ennalta määrättyjen asetusten perusteella sopivan aukkokoon läpiviennille ja luo sen mukaisen reikäobjektin.



Kuva 15. Provision for Voids -työkalun asetusikkuna

Automaattitoiminto tunnistaa pysty- ja vaakaläpiviennit ja erottelee sen perusteella myös reikäobjektin suunnan pysty- tai vaaka-asentoon.

Manuaalisella Provision for void -toiminnolla talotekniikkasuunnittelija voi manuaalisesti määrittää reikien sijainnit esimerkiksi, jos kolmiulotteista talotekniikkasuunnitelmaa ei ole saatavilla. Suunnittelija määrittelee käytettävän järjestelmän, reikäobjektin mitat ja objektin koron.

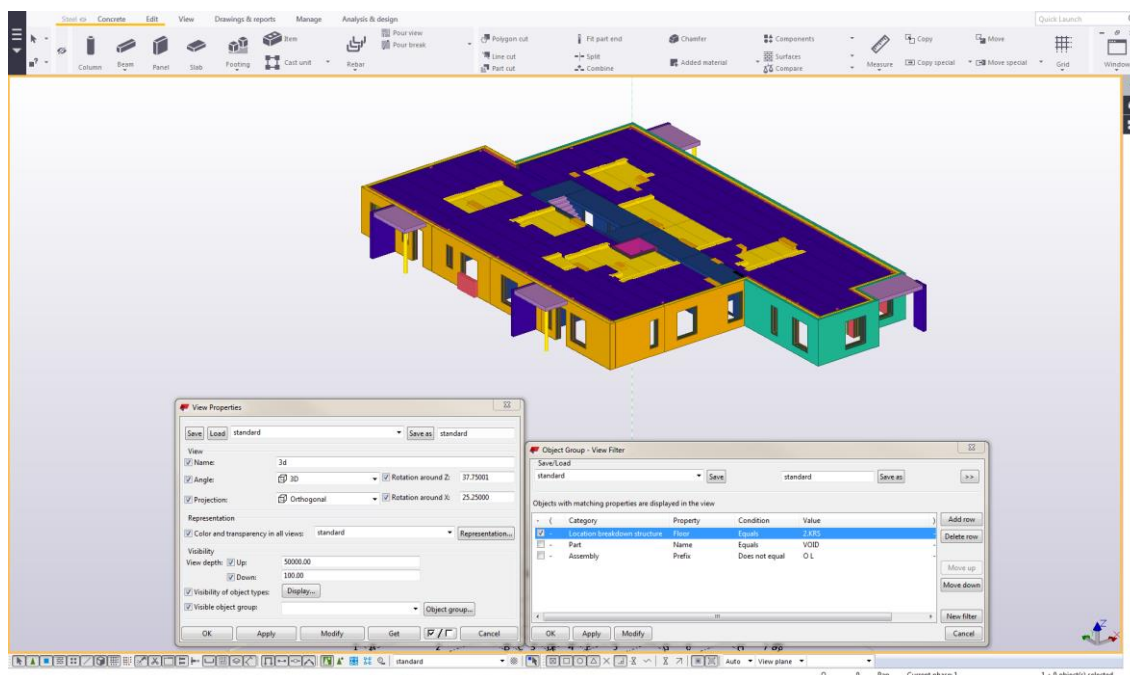
8 Reikäsuunnittelutyökalujen yhteistoiminta

8.1 Tarkastellut toiminnot ja asetukset

Opinnäytetyötä tehdessä luotiin testimalli kopioimalla todellisen kohteen alustava rakennemalli. Testimallilla tehtiin simuloituja reikäkiertoja eri kerroksiin siten, että opinnäytetyön tekijä suoritti kaikki reikäkierron vaiheet itse yhteistyössä rakenne- ja talotekniikka-suunnittelijoiden kanssa. Näin saatiin todellisuutta vastaava kuva reikäkierron tietoteknisistä vaiheista molempien osapuolten näkökulmasta. Testimalleilla luotiin tilanteita, joissa 20.1 -ohjelmistoversiolla on esiintynyt ongelmia.

8.1.1 Referenssitiedoston luominen rakennemallista

Referenssitiedosto tehdään 3D-dwg -muotoon. Haluttu kerros rajattiin näkymäsuodattimien kautta kuvan 16 mukaisesti. Teklasta referenssiä luodessa origo määräytyy aina mallin origon mukaan. 3D-dwg-tiedosto ei määrittele rakenteita moniulotteisiksi objekteiksi Teklan tietomallin tapaan, vaan käyttäjän valinnan mukaan ne hajoavat joko viivoiksi tai pinnoiksi. Reikätyökalujen toiminta vaatii, että referenssitiedostossa on pintoja, joiden suhteen MagiCADin Provision for void määrittelee reiän suunnan.



Kuva 16. Näkymä referenssin luomisen suodatusasetuksista.

8.1.2 Reikäobjektien luonti MagiCADin reikätyökalulla

Reikäobjekteja pyrittiin luomaan mahdollisimman monta erilaista tyyppiä ja kokoa. Luotiin pysty- ja vaakaobjekteja, urauksia, pyöreitä ja suorakaiteen muotoisia monessa eri koossa. Lisäksi tehtiin testireikiä kaikille eri talotekniikkajärjestelmille ja testattiin reikätyökalujen välisiä kommentointityökaluja. Kommentointityökalujen käytössä ei ilmennyt ongelmia.

Kuva 17. Provision for void -reikien manuaalinen luonti

Kuvassa 17 on esitetty reikäobjektin luomisen asetukset. Valitaan yksi tai useampi järjestelmä, jotka reikää hyödyntävät ja määritetään objektin geometriset mitat. Note-kenttään voidaan kirjoittaa lisätietoa rakennesuunnittelijalle. Geometriset mitat ja käytettävä reikää hyödyntävä järjestelmä päivittyvät reikäpiirustuksiin automaattisesti.

Vanhassa Tekla Structures 20.1 -ohjelmistoversion Hole Reservation Managerissa esiintyneet ongelmat yleensä liittyivät kommentoitujen reikäobjektien muokkaamiseen, tai reikien kopiointiin ylipäätään. Muutokset eivät jostain syystä kulkeutuneet oikein Hole Reservation Manageriin, tai reikävarausmallissa joku objekteista kaatoi koko työkalun. Näin ollen voidaan olettaa, että virhe johtuu väärin luodusta reikävarausobjektista, jonka vuoksi reikiä pyrittiin testimallissa luomaan mahdollisimman monella eri tavalla.

Rakennesuunnittelijan kommentoimia reikiä kokeiltiin poistaa, kopioida ja luoda uusia. Myös kokoja, suuntia ja muotoja muutettiin. Testattiin myös kokonaisen kerroksen reikäobjektien kopioimista ylempiin kerroksiin niin, että luotiin uudet GUIDit tai säilytettiin samat, jolloin kahdessa eri kerroksessa oli täysin identtiset reiät. Kaikki edelliset toiminnot ovat sellaisia, joita talotekniikkasuunnittelijat ovat käyttäneet reikiä suunnitellessaan. Koko kerroksen kopiointi on monesti talotekniikkasuunnittelijalle nopea tapa luoda uuden kerroksen reikävarausmalli. On kuitenkin huomattu, että esimerkiksi Tekla BIMsight ei

näytä objekteja oikein, jos niillä on samat GUID:t. Tämän vuoksi haluttiin testata kahden identtisen kerroksen toiminta Hole Reservation Managerissa, vaikka usein tarvetta GUID:ien säilyttämiseen ei ole.

Uudella Tekla Structures 2016 -ohjelmistoversiolla kaikki edellä mainitut toimenpiteet onnistuivat, eikä Hole Reservation Manager kaatunut. Jos reikävarausobjekti kopioitiin samalla GUID-numerolla, kopioitu objekti ei toiminut, muttei myöskään kaatanut työkalua.

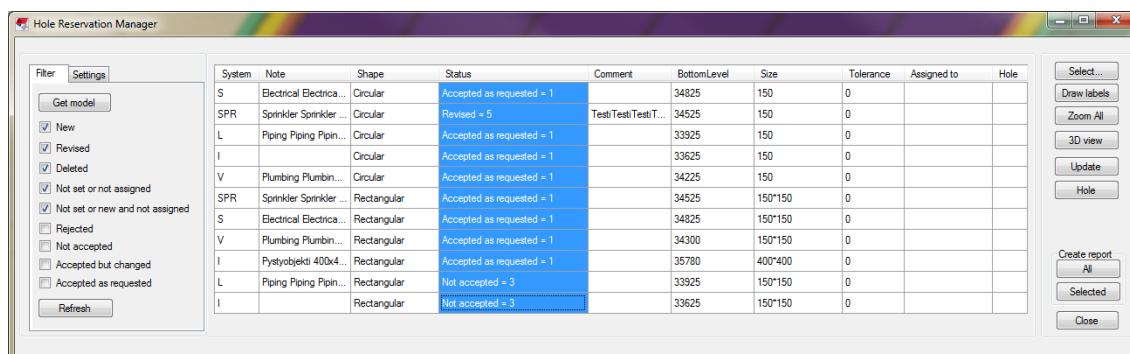
8.1.3 Reikävarausmallin luonti

Reikäobjektien luomisen jälkeen talotekniikkasuunnittelijat luovat niistä kerroskohtaiset IFC-muotoiset reikävarausmallit. L-, V-, ja I-varaukset ovat samassa mallissa ja S-varaukset omassa mallissaan. Reikävarausmalliin tallentuu kaikki Provision for void -työkalulla syötetyt tiedot, mukaan lukien kommentti- ja geometriatiedot, joten mallin tulee olla xyz-koordinaatistossa täsmälleen oikeassa sijainnissa.

Jos talotekniikkajärjestelmien varaukset luotiin eri malleista yhdistelemällä yhdeksi IFC-malliksi, GUID-numerot, eivät kierron aikana pysyneet samana, jolloin prosessin älykyys häviää.

8.1.4 Reikien hyväksyminen Hole Reservation Managerissa

Talotekniikkasuunnittelijan tekemä reikävarausmalli tuodaan referenssiksi Teklaan, jonka jälkeen se voidaan lukea Hole Reservation Managerilla. Talotekniikkasuunnittelijan ehdottamat reiät näkyvät lisäosassa listana. Hole Reservation Managerin toimintojen avulla listaa käydään läpi rivi kerrallaan, jolloin Teklan näkymä mallissa siirtyy aina käsiteltävään reikävarausobjektiin, joten reiän voi visuaalisesti tarkastaa.



Kuva 18. Hole Reservation Managerin näkymä, jossa reikäobjekteille annetut statukset on valittu aktiiviseksi

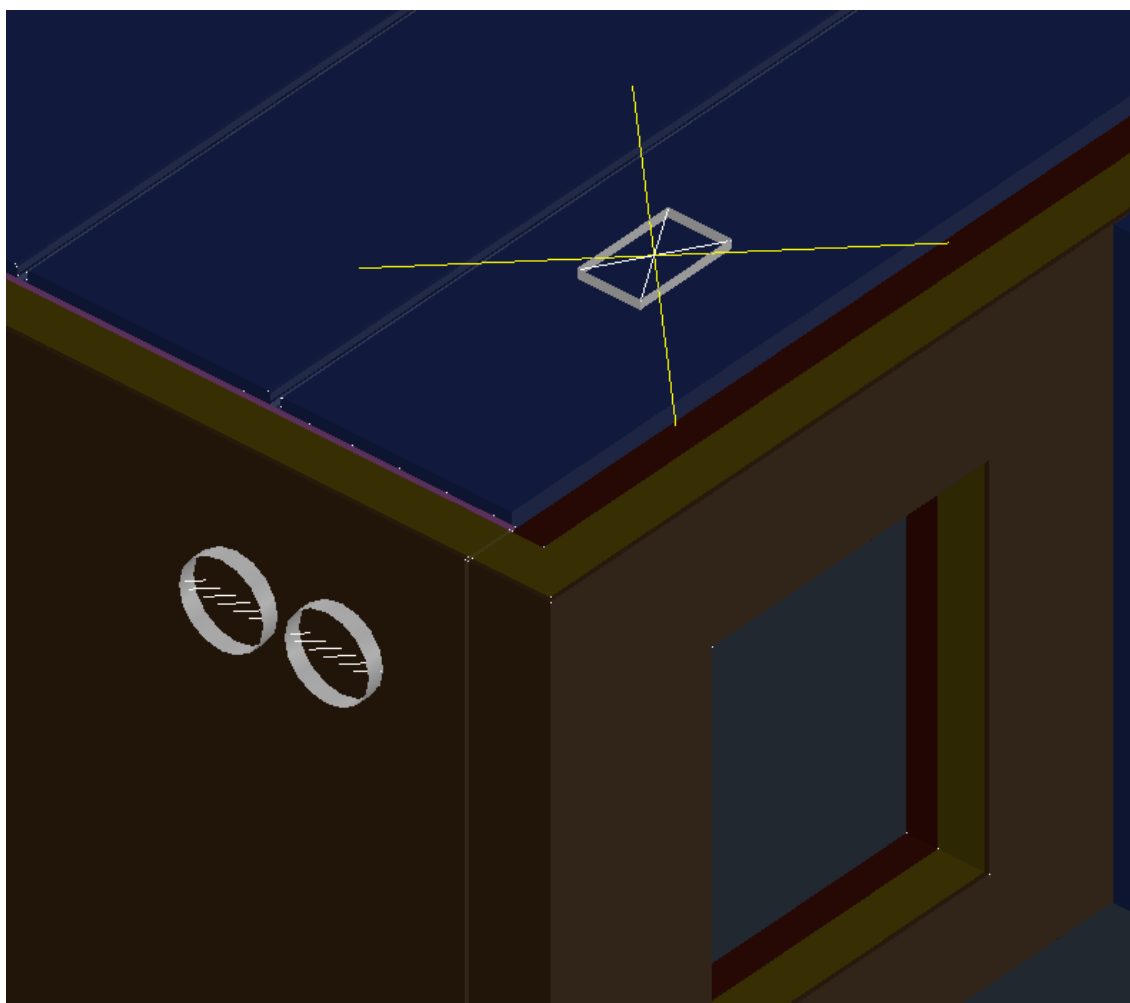
Reikäobjektit hyväksytään tai hylätään, suoraan tai erilaisin ehdoin, Hole Reservation Managerin Status -sarakkeen alasvetovalikkoa käyttämällä. Reiän rakenteellisen toiminnan tarkastamisen jälkeen rakennesuunnittelija vaihtaa reiän statukseksi jonkun seuraavista vaihtoehtoista:

1. Accepted as requested – Hyväksytty ehdotuksen mukaan
2. Accepted but changed – Hyväksytty muutettuna
3. Not accepted – Ei hyväksytty
4. Rejected – Hylätty kokonaan

Monesti reikäkierrossa käytetään selkeyden vuoksi vain ensimmäistä ja kolmatta vaihtoehtoa. Tällöin ei pääse syntymään väärinkäsityksiä, vaan kierto jatkuu niin pitkään, kunnes kaikki reiät ovat hyväksytty ehdotuksen mukaan. Toista vaihtoehtoa rakennesuunnittelija voi hyödyntää, jos on täysin varma, että siirto on talotekniikkasuunnitelmien kannalta mahdollinen. Mikäli huomataan, että talotekniikkasuunnittelijalla on käynyt ilmiselvä näppäilyvirhe, voidaan objekti siirtää itse paikalleen ja valita toinen vaihtoehto. Neljättä vaihtoehtoa voi käyttää tilanteissa, joissa reikä kyseiseen rakenteeseen ei ole ollenkaan mahdollinen. Toisaalta voidaan myös käyttää hyvin kolmatta vaihtoehtoa. Kummassakin tapauksessa asia selitetään Hole Reservation Managerin kommenttikentässä. Hole Reservation Managerissa reiät voi hyväksyä shift-painiketta alhaalla pitäen kaikki kerralla. On kuitenkin syytä tarkastaa jokainen reikä erikseen.

8.1.5 Raportin luonti ja tuominen MagiCADiin

Rakennesuunnittelija luo tarkastamistaan rei'istä xrs-muotoisen raportin talotekniikkasuunnittelijalle. Raporttiin tulostuu kaikkien valittujen reikien statukset ja mahdolliset kommentit. Talotekniikkasuunnittelija voi avata raportin suoraan MagiCADilla. MagiCADilla voidaan merkitä kuvassa 19 näkyvällä keltaisella raksilla reiät, jotka rakennesuunnittelija on valinnut muutettaviksi tai korjattaviksi. Kommentit talotekniikkasuunnittelija saa näkyviin avaamalla reikäobjektin asetukset.



Kuva 19. MagiCADin näkymä, jossa rakennesuunnittelijan hylkäämä reikävaraus on merkitty keltaisella raksilla.

8.2 Havaitut ongelmakohdat

Useimmiten ohjelmien puutteita on havaittu tilanteessa, jossa rakennesuunnittelija on jo kerran kommentoinut talotekniikkasuunnittelijan toimittamia reikäobjekteja. Kommenttien saannin jälkeen talotekniikkasuunnittelijan tulee muokata olemassa olevaa objektia, ei koskaan poistaa sitä ja luoda uutta. Jos objekti poistetaan ja luodaan tilalle uusi reikäobjekti, objektin GUID muuttuu ja Hole Reservation Manager tulkitsee objektin uutena reikänä, jolloin prosessin älykkyys häviää. Kommentoidun objektin kopiointi lisäreiän tarpeessa on aiheuttanut Hole Reservation Managerin kaatuilua Teklan 20.1 ohjelmistoversiossa. 2016-ohjelmistoversiolla kopioitu reikäobjekti ei toiminut, mutta ei myöskään kaatanut ohjelmaa.

Epäselvyyksiä aiheuttaa Tekla Structuresin ja MagiCADin erilainen korkojärjestelmä. Referenssitiedostoa luodessa korko määräytyy suhteessa mallin globaaliin origoon, joten MagiCADissa kerroksella on myös z-akseli. Talotekniikkasuunnittelijoiden toimiessa 2D-tilassa korko määräytyy projektitietojen mukaan, joten referenssi pitää siirtää manuaalisesti 0-korkoon, jotta reikävarausobjektien visuaalinen tarkastaminen on mahdollista. Tämä saattaa aiheuttaa epäselvyyksiä ja jotkut talotekniikkasuunnittelijat ovat tyytyneet käyttämään referenssiä 2D-tilassa, jolloin käytännössä tietomallipohjaisen reikäkierron keskeinen ominaisuus, visuaalinen tarkastus, jää hyödyntämättä.

MagiCADin automaattinen reikätyökalu itsessään toimii ja luo reikäobjektin ennalta määritettyjen asetusten perusteella. Ongelman luo vaakasuuntaiset läpiviennit, joissa on kaatoa. Provision for voids luo reikäobjektin läpiviennin mukaisesti, jolloin kaato siirtyy myös reikävarausobjektiin. Teklan Hole Reservation Manager kuitenkin tulkitsee reikävarausobjektin pystyläpivienniksi eroavien korkojen vuoksi. Tästä aiheutuen reikä mallintuu pystyreikäksi, joka näkyy piirustuksessa, mutta korkomerkintä jää puuttumaan.

Tekla Structuresin Hole Reservation Manager toimi testireikäkiertoja tehdessä toimivan huomattavasti oletettua paremmin, johtuen todennäköisesti uudemmasta ohjelmistoversiosta. 2016-versio tuntui toimintavarmalta, eikä kaatunut samanlaisissa virhetilanteissa, joissa 20.1-versio kaatui. Reikien lisääminen, poistaminen ja muokkaaminen kesken kierron eivät aiheuttaneet ongelmia.

9 Huomioitavaa reikäkierron eri vaiheissa

Tekla Structuresin mallin kerrostietojen tulee olla päivitetty ja jäsennelty oikein, jotta referenssimalli saadaan tehtyä oikein. Referenssien tulee olla täsmälleen oikeassa paikassa xyz-koordinaatistossa.

Referenssitiedostoa tuodessa MagiCADiin on hyvä muistaa, että rakennemallista tehtävän referenssin origo on Teklan alkuperäinen origo, joten z-koordinaatti vastaa arkkitehdin lattiakorkoa. MagiCADissa taas työskentely tapahtuu z-suunnassa nollatasolla, joten referenssitiedosto tulee manuaalisesti siirtää oikeaan korkeusasemaan, jotta reikäobjektien visuaalinen tarkastelu referenssitiedoston suhteen on mahdollista.

Provision for Voids -automaattitoiminnon käyttäminen vaakasuuntaisilla läpivienneillä, joissa on kaatoa, aiheuttaa vääränsuuntaisen reikäobjektin syntymisen riskin. Reikäobjekti mallintuu täysin oikein, mutta Teklan piirustusasetuksissa eri z-akselilla olevat pisteet tulkitaan pystysuuntaisiksi reikäobjekteiksi, joten ne piirtyvät reikäkuvaan väärin, eikä korko tule kuvaan näkyviin.

Provision for voidin manuaalisella toiminnolla suunnittelijan täytyy luoda objekti hieman todellista rakennetta paksummaksi, jotta se voidaan visuaalisesti tarkastaa. Samoin on otettava huomioon syvennyksiä ja urauksia tehdessä, että MagiCAD lisää reikävarausobjektiin 10 mm.

10 Palokatkosuunnittelu

Palokatkosuunnittelun tekeminen reikäkierron yhteydessä on kokonaistyömäärän kannalta järkevää, koska palokatkotuote on helppo valita samalla, kun muutenkin perehdytään läpivientien tilantarpeisiin. Optiplanin kokonaissuunnittelukohteissa palokatkosuunnittelua tekevät sekä LVI- että rakennesuunnittelijat. Palokatkosuunnittelun lähtötietoina ovat talotekniikkamallit, joista selviää läpiviennin koko- ja materiaalitiedot. Lisäksi ennen, kuin palokatkosuunnittelua voidaan aloittaa, tulee tietää palokatkovalmistaja.

Palokatkosuunnittelun työmäärä saadaan suhteellisesti pienimmäksi, jos reikä- ja palokatkosuunnitelma ovat samassa tasokuvassa ja palokatkovalmistaja tiedetään reikävarauskierron alkaessa. Tällöin tieto palokatkodetaljeista voidaan lisätä kullekin reikävaraukselle reikävarauskierron yhteydessä.

Jos palokatkovalmistajaa ei tiedetä reikävarauskierron alkaessa, reikävarauskierto tehdään normaalisti. Tiedot palokatkodetaljeista lisätään reikävarauksille jälkeinpäin, jolloin reikävaraukset joudutaan käymään uudelleen läpi ja työmäärä kasvaa. Työmäärä kasvaa myös, jos palokatkosuunnitelmat halutaan eri tasokuvaan, kuin reikäsuunnitelmat. Suhteellisesti suurin työmäärä tulee tapauksissa, joissa suunnitelmat halutaan eri tasokuvaan ja palokatkosuunnittelijaa ei tiedetä reikävarauskierron alkaessa. [20.]

11 Päätelmät

Reikäkiertoon liittyy useita vaihteita ja mahdollisesti monia osapuolia. Tiedonsiirron toimivuuden ja toisaalta osapuolien kommunikointiaktiivisuuden merkitys korostuu. Aikataulupaineiden vuoksi talotekniikkasuunnittelija saattaa lähettää rakennesuunnittelijalle keskeneräisen reikävarausmallin, jonka täydentäminen jälkeinpäin luo turhaan uusia kierroksia reikäkierrolle. Kierroksien määrän kasvaminen lisää myös inhimillisen virheen riskiä, joten lopulta on suositeltavaa, että osapuolet lähettävät vain valmiiden kerrosten tiedostoja eteenpäin tai vaihtoehtoisesti ainakin ilmoittavat mallien keskeneräisyydestä.

Hole Reservation Manager toimii koekäytön perusteella Tekla Structures 2016 -versiossa hyvin verrattuna 20.1 version käyttäjäkokemuksiin Optiplanilla. Lisäosan kaatumista ei havaittu samanlaisissa tilanteissa, kuin mihin aiemmalla versiolla työskennellessä oli totuttu. Uuden ohjelmistoversion avulla reikävarausprosessin virheherkkyys on siis laskenut. Työkalujen toimiessa ei tarvetta yksityiskohtaiselle työtapaohjeelle ole. Jos 20.1 ohjelmistoversion käyttöä olisi jatkettu, työtapaohjeesta olisi pitänyt tehdä huomattavasti tarkempi.

Sewatek-läpivientielementit vaativat reikävaraus suunnittelussa erityishuomiota. Sewatek-elementtien merkintätavoissa on huomattu paljon suunnittelijakohtaisia eroja jotka saattavat aiheuttaa sekaannusta. Joissain tapauksissa läpivientielementtien jokainen reikä on nimetty erikseen, joka aiheuttaa piirustukseen hyvin epäselvän rykelmän merkintöjä. Asian korjaaminen vaatii talotekniikkasuunnittelijoiden ohjeistamista reikäkierron

alussa. Osa rakennesuunnittelijoista toivoisi Sewatek-läpivientielementtien mallintamista omaan erilliseen malliin Hole Reservation Managerin toiminnan helpottamiseksi. Tekla Structuresin 2016 -versiolla ei havaittu ongelmia asian suhteen.

Reikäpiirustusten luonti Tekla Structuresilla on sujuvaa. Reikäobjektien tiedot saa tasopiirustuksiin erillisellä näkymäsuodattimella, joka lukee reikäobjektilta reiän mitat, järjestelmän ja korkoaseman. Palokatkotiedot suunnittelija toistaiseksi joutuu lisäämään manuaalisesti.

Keskustelut talotekniikka- ja rakennesuunnittelijoiden välillä toivat esille hyödyllistä tietoa reikäkierron sujuvuuden kannalta. Yksi näistä asioista oli ohjelmistojen koordinaattijärjestelmien eroavaisuus. Rakennesuunnittelijan on hyvä tietää MagiCADin projektitietoihin perustuva koordinaatisto, koska Teklasta luodut referenssit näkyvät MagiCADissa oletuksena kerroskoron verran liian ylhäällä. Tällöin rakennesuunnittelija osaa ohjeistaa talotekniikkasuunnittelijaa tarkastamaan koron samalla kun toimittaa ensimmäistä kerroskohtaista 3D-dwg-referenssitiedostoa.

12 Yhteenveto

Insinööriytyössä perehdyttiin uudisrakennuksen reikävaraussuunnitteluun tietomallintaan. Lisäksi tutustuttiin reikien mitoituksen periaatteisiin ja reikävaraussuunnittelun prosessiin perinteisellä menetelmällä. Reikäkiertoa pohdittiin sekä rakenne-, että talotekniikkasuunnittelijan näkökulmista.

Tietomallipohjainen reikäsuunnittelu on tehokas työtapa, jolla saadaan tehtyä nopeasti hyvälaatuisia reikäsuunnitelmia, vaikka reikiä olisi paljon. Tietomallintavan reikävaraussuunnittelun etuna perinteiseen 2D-reikäsuunnitteluun on suunnitelmien ajantasaisuus ja visuaalisen tarkastamisen helppous. Tietomallipohjainen reikäkierto vaatii osapuolilta tietoteknisiä taitoja. Puutteellisilla tiedoilla tai taidoilla reikäkierto voi tuntua erittäin työläältä ja jopa järjettömältä tehdä tietomallipohjaisesti.

Tietomallipohjaisessa reikäkierrossa sovelletaan YTV 2012 -ohjetta ja yritysten sisäisiä toimintaohjeita. YTV 2012 ei ota kantaa teknisiin toimintatapoihin, joten käytännöt yritysten sisällä voivat erota jonkin verran. Reikäkierron sujuvuuteen vaikuttaa oleellisesti sekä

ohjelmistojen ajantasaisuus ja toimivuus, että osapuolten aktiivinen kommunikointi keskenään. Suunnittelijoiden olisi hyvä tasaisin väliajoin kysyä toisiltaan, toimivatko mallit halutulla tavalla.

Insinööritoimintaan sisältyi tämän raportin lisäksi Optiplanin sisäiseen käyttöön tuleva työohje. Työohjeen tarkoitus on yhdenmukaistaa rakennesuunnittelijoiden toimintaa reikäkierrossa ja toimia perehdytysmateriaalina.

Lähteet

- 1 Optiplan Oy:n verkkosivut, luettu 16.3. http://www.optiplan.fi/tietoa_optiplanista/fi_FI/tietoa_optiplanista/
- 2 Metsälä, Antti, Rakennesuunnittelija, Optiplan Oy, Turku. Haastattelu. 26.1.2017
- 3 Rakennustietosäätiö. 2013. RT-kortti RT 10-11105 Tehtäväluettelot käyttöohje KO12. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 4 Rakennustietosäätiö. 2013. RT-kortti RT10-11109 Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo ARK12. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 5 Rakennustietosäätiö. 2013. RT-kortti RT 10-11128 Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo RAK12. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 6 Rakennustietosäätiö. 2013. RT-kortti RT 10-11129 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 7 Rakennustietosäätiö. 2012 RT-kortti RT-11070 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 5. Rakennesuunnittelu.
- 8 Betoniteollisuus ry, Elementtisuunnittelu.fi -verkkosivut, luettu 9.4.2017 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/rakennejarjestelmat/asuinrakennukset>
- 9 Betoniteollisuus ry, Elementtisuunnittelu.fi -verkkosivut, luettu 9.4.2017 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/palkit/betonipalkkien-reiitysohjeet>
- 10 Betoniteollisuus ry, Elementtisuunnittelu.fi -verkkosivut, luettu 9.4.2017 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>
- 11 Betoniteollisuus ry, Elementtisuunnittelu.fi -verkkosivut, luettu 9.4.2017 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/tt-laatat>
- 12 Betoniteollisuus ry, Elementtisuunnittelu.fi -verkkosivut, luettu 9.4.2017 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/kuorilaatat>
- 13 Betoniteollisuus ry, Elementtisuunnittelu.fi -verkkosivut, luettu 9.4.2017 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/pilarit/reiitysohjeet>
- 14 Betoniteollisuus ry, Elementtisuunnittelu.fi -verkkosivut, luettu 9.4.2017 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/seinat/mitoitus>

- 15 Dahlström, Jonas, 2015. Opinnäytetyö: Reikäpiirustuksien suunnitteluohje LVIS-suunnittelijan näkökulmasta
- 16 Tekla Structures webinaari 28.2.2014,
<https://www.youtube.com/watch?v=AcW4HxoiKM>
- 17 Hassinen, Jari, 2016. Diplomityö: Tietomallintaminen rakennesuunnittelussa
- 18 Tekla Oy:n verkkosivut, luettu 16.3. <https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>
- 19 Progman Oy:n verkkosivut, luettu 16.3. <https://www.magicad.com/fi/lvis-sovellukset/>
- 20 Optiplanin tietomallipohjainen palokatkosuunnittelu – ohjeet